

First Hit☐ Generate Collection

L12: Entry 1 of 1

File: JPAB

Feb 2, 1999

PUB-NO: JP411031921A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11031921 A

TITLE: VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR

PUBN-DATE: February 2, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TSUZUMI, SHUJI

HANASHIMA, NAOYUKI

YONEZAWA, MASA

HIKITA, KAZUYASU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MITSUBISHI MATERIALS CORP

APPL-NO: JP09188024

APPL-DATE: July 14, 1997

INT-CL (IPC): H03 B 5/30

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To vary the VHF through SHF bands in a wide range and also to secure the high stability for a voltage controlled oscillator by forming a lead zirconate titanate(PZT) thin film or a piezoelectric thin film of lead titanate(PT) on a monocrystal substrate and using a piezoelectric resonator obtained by forming a conductive film on the piezoelectric thin film.

SOLUTION: A voltage controlled oscillator uses a 1-port or 2-port type surface acoustic wave resonator having a comb-line electrode consisting of a piezoelectric thin film formed on a monocrystal substrate and a conductive film formed on the piezoelectric thin film. The piezoelectric thin film consists of a PZT thin film or PT. For instance, a buffer layer(BST thin film) 52 of 0.2 μm thickness, a PZT thin film 53 of 0.8 μm thickness and Al electrodes 54 of 1500 \AA ; thickness are formed on a sapphire(monocrystal) substrate 51 of 500 μm thickness to obtain a piezoelectric substrate 50. Then a gap W is set at 2 μm (1/2 surface acoustic wave length λ) between Al electrodes 54 (a repeller 54A, a comb-line electrode 54B).

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-31921

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 3 B 5/30

識別記号

F I

H 0 3 B 5/30

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-188024

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月14日

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 津々見 修司

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 花嶋 直之

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 米澤 政

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

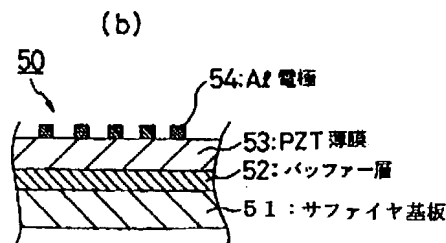
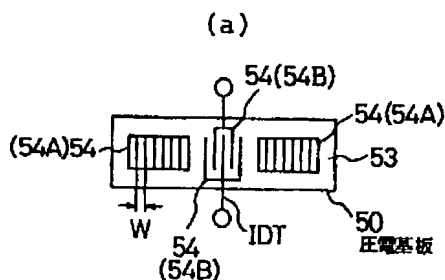
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電圧制御発振器

(57) 【要約】

【課題】 VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供する。

【解決手段】 単結晶基板と、該単結晶基板上に構成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に構成された導電性膜とからなる櫛形電極を設けてなる1ポートまたは2ポート型弾性表面波共振器を用いた電圧制御発振器において、上記圧電体薄膜は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 薄膜又はチタン酸鉛 (PT) からなる電圧制御発振器。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振器を用いた電圧制御発振器において、上記圧電体薄膜がチタン酸ジルコン酸鉛薄膜又はチタン酸鉛薄膜であることを特徴とする電圧制御発振器。

【請求項2】 上記圧電共振器が、単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える弾性表面波共振器であることを特徴とする請求項1記載の電圧制御発振器。

【請求項3】 上記圧電共振器が、単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える1ポート型弾性表面波共振器であることを特徴とする請求項1記載の電圧制御発振器。

【請求項4】 上記圧電共振器が、単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える2ポート型弾性表面波共振器であることを特徴とする請求項1記載の電圧制御発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電共振器を用いた電圧制御発振器に係り、特に、圧電共振子の圧電体薄膜としてチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）又はチタン酸鉛（PbTiO₃:PT）を成膜した電圧制御発振器に関する。

【0002】

$$\Delta f/f_0 = -(1/2) \cdot (1/r) \cdot (C_0 \cdot C_L / (C_0 + C_L)^2) \cdot (\Delta C/C_L) \quad \dots (1)$$

ただし、 r は共振子の容量比 C_0/C_L 、 ΔC はバラクタの容量変化量である。

【0006】ここで、広い周波数帯域に亘り発振周波数 f_0 を変換するには、共振-反共振周波数の幅の広い共振子、即ち、容量比 r の小さい共振子と容量変化の大きいバラクタを用途しなければならない。

【0007】ところが、従来の発振器では、図3に示す如く、共振子と直列にバラクタの容量 C_j 及び回路の負荷容量 C_L が入るため、共振周波数が上昇し共振子の見かけ上の容量比が大きくなることから、図4のようにインダクタンス L （伸張 L ）を共振子1に直列に挿入した回路4とし、直列容量によって共振周波数を低下させ、共振子の誘導性領域を広くして使用している。

【0008】しかしながら、この場合でもバラクタの容量変化量が有限でしかも小さいために、広帯域可変のものを実現することは困難であった。

【0009】特開昭61-135205号公報には、上記問題を解決するために、負性抵抗を伴ったインダクティブトランジスタ回路を発振回路として使用し、これにより、共振子の容量比を劣化することなく周波数可変幅※50

*【従来の技術】圧電性基板を使用した共振子には、水晶振動子や弾性表面波共振子及び圧電薄膜共振子等があるが、このような圧電共振子は電氣的等価回路で表すと、いずれも図1のように表すことができる。図1において、 C_0 は電極間の静電容量と端子間の浮遊容量を加算したものであり、インダクタンス L_1 、キャパシタンス C_1 、及び抵抗 R_1 の直列共振回路は共振子の共振現象を表している。

【0003】図2は、上記共振器を用いて従来最も多く使用されているコルピッツ型の電圧制御発振器を示す基本構成図である。図2において、1は共振子、3は破線より右側の発振用トランジスタ T_r を含む回路、 C_j は、バラクタ（可変容量ダイオード）2の容量、 $C_{11} \sim C_{13}$ はそれぞれキャパシタンス、 $R_{11} \sim R_{14}$ はそれぞれ抵抗を示している。この発振器の等価回路は、共振子1の側と、それ以外の回路3とに区別して考えれば、図3のように表すことができる。このようなコルピッツ型発振器においては、共振子1を共振-反共振の間の周波数で使用し、誘電性リアクタンス即ちインダクタンス L として働かせている。この場合、回路3側のリアクタンスは容量性となり、キャパシタンス（負荷容量） C_L で表すことができ、発振周波数はおおむねインダクタンス L とバラクタ C_j または負荷容量 C_L とバラクタ C_j との直列共振周波数となる。

【0004】そこで、共振子1に直列に接続したバラクタ2に印加される逆バイアス電圧（制御電圧） V_r を変換することにより、 C_j が $V_r \cdot x$ に比例し発振周波数 f_0 を下記式（1）に従って可変することができる。

【0005】

※を広くすることが提案されているが、近年の移動体通信のデジタル化に伴い、周波数の広帯域特性のより一層の向上が求められ、電圧制御発振器においても、更に広帯域かつ高安定の可変周波数を持つものが求められているのが現状である。

【0010】ところで、容量比 r の小さい共振子は、式（2）、（3）に示す関係からも明らかなように、電気機械結合係数 k^2 の大きい圧電体材料を用いることで実現できると考えられる。

【0011】

$$\text{容量比 } r = C_0 / C_L \quad \dots (2)$$

$$\text{電気機械結合係数 } k^2 = 1 / (1 + r) \quad \dots (3)$$

なお、従来、電圧制御発振器の共振子の圧電体材料については、圧電体基板としてタンタル酸リチウム（LiTaO₃）やニオブ酸リチウム（LiNbO₃）等を用いることが提案されている（特開平2-104120号公報、特開平2-12585号公報）。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来、電圧制御発振器の共振子の圧電体材料として提案されて

いる LiTaO_3 や LiNbO_3 は、電気機械結合係数 k^2 は小さいが温度特性は良好であるか、或いは、電気機械結合係数 k^2 は大きいが温度特性が悪いというように、電気機械結合係数 k^2 と温度特性の少なくとも一方が劣り、両特性を共に満足するものではない。

【0013】このため、電気機械結合係数 k^2 が大きい圧電体材料により容量比 r の小さい共振子を実現して、要求特性を満足する広帯域可変の電圧制御発振器を提供することが困難であった。

【0014】本発明は上記従来の問題点を解決し、従来の圧電体材料に比べて電気機械結合係数 k^2 が大きく、かつ Q 値が大きく、しかも、温度特性の良好な圧電体材料を用いた共振子を組み込むことで、VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の電圧制御発振器は、単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振子を用いた電圧制御発振器において、該圧電体薄膜がチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)薄膜又はチタン酸鉛(PT)薄膜であることを特徴とする。

【0016】PZT及びPTは、電気機械結合係数 k^2 が大きく、かつ Q 値が大きく、しかも温度特性が良好であるため、PZT薄膜又はPT薄膜を形成した圧電共振子を用いることにより、VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供することができる。

【0017】本発明において、圧電共振子としては次のものが挙げられる。

【0018】① 単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える弾性表面波共振子。

② 単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える1ポート型弾性表面波共振子。

③ 単結晶基板と、該単結晶基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる楕形電極とを備える2ポート型弾性表面波共振子。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の電圧制御発振器の実施の形態を説明する。

【0020】本発明の電圧制御発振器は、圧電共振子として単結晶基板と、この単結晶基板上に形成されたPZT薄膜又はPT薄膜の圧電体薄膜と、この圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振子を用いること以外は従来の圧電共振子を用いた電圧制御発振器と同様の構成とすることができ、従って、その回路にはコルピッツ型回路を用いて、図2又は図4に示すような構成の電圧制御発振器とすることができる。

【0021】本発明に係る圧電共振子の単結晶基板としては、ダイヤモンド、サファイヤ、 MgO 、 SrTiO_3 等の単結晶を用いることができる。

【0022】単結晶基板上の圧電体薄膜としてのPZTまたはPT薄膜は、必要に応じて、その厚さを $10\mu\text{m}$ 以下として成膜した薄膜を、楕形電極間に電界をかけて分極処理することにより形成したものである。

【0023】このような単結晶基板上に圧電体薄膜を形成するには、ゾルゲル法を採用するのが好ましく、例えば、次のような方法で形成することができる。

【0024】即ち、PZT薄膜の形成には、酢酸鉛等の鉛化合物、ジルコニウムブトキシド、ジルコニウムプロポキシド等のジルコニウム化合物及びチタニウムイソプロポキシド、チタニウムブトキシド等のチタン化合物を所定のモル比で、合計濃度が10～20重量%程度となるように、メトキシエタノール、酢酸エステル等の溶剤に溶解したPZT薄膜形成用組成物を基板に塗布し、150～400℃で乾燥し、所定の膜厚になるように、この塗布、乾燥を繰り返す。最後に500～800℃で1分～1時間焼成する。

【0025】また、PT薄膜の形成には、酢酸鉛等の鉛化合物及びチタニウムイソプロポキシド、チタニウムブトキシド等のチタン化合物の所定のモル比で、合計濃度が10～20重量%程度になるように、メトキシエタノール、酢酸エステル等の溶剤に溶解したPT薄膜形成用組成物を基板に塗布し、150～400℃で乾燥し、所定の膜厚になるように、この塗布、乾燥を繰り返す。最後に500～800℃で1分～1時間焼成する。

【0026】本発明において、圧電体薄膜としてのPZT薄膜又はPT薄膜は、高周波対応とするために膜厚 $10\mu\text{m}$ 以下であることが必要とされ、好ましくは0.1～ $10\mu\text{m}$ 、より好ましくは0.2～ $3\mu\text{m}$ の範囲で使用目的に応じて適宜決定される。なお、PZT薄膜又はPT薄膜の膜厚が薄過ぎると圧電効果が得られず、逆に、厚過ぎると良好な膜質が得られない。

【0027】本発明においては、このPZT又はPT薄膜の形成に先立ち、基板上にチタン酸バリウムストロンチウム(BST)、チタン酸ストロンチウム(STO)又はチタン酸バリウム(BTO)等のバッファ層を形成しても良い。このようなバッファ層を形成することにより、鉛拡散防止作用により、PZT薄膜又はPT薄膜の鉛欠損が防止されるという効果が奏される。このバッファ層はゾルゲル法により形成することができ、その膜厚は通常の場合、0.01～ $2\mu\text{m}$ 、特に0.01～ $0.2\mu\text{m}$ であることが好ましい。

【0028】圧電体薄膜上の導電性膜としては、Al、Cu、Ag、Au、Pt等の導電性金属膜が好適であり、このような導電性膜はスパッタ法等で形成することができ、その厚さは、通常の場合1000～2000 μm 程度である。

【0029】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明の電圧制御発振器の構成及び効果をより具体的に説明する。

【0030】【実施例1】図2のコルピッツ回路に共振子1として1ポート型弾性表面波共振子を組み込んで900MHz帯の電圧制御発振器としたものを実施例1とした。図5(a)は本実施例で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図5(b)は同断面の拡大図である。この1ポート型弾性表面波共振子の圧電基板50は、サファイヤ基板(厚さ500 μ m)51上に厚さ0.2 μ mのバッファ層(BST薄膜)52、厚さ0.8 μ mのPZT薄膜53及び厚さ1500ÅのA1電極54よりなり、A1電極(反射電極54A、楕形電極54B)54の間隙Wは2 μ m(弾性表面波の波長 λ の1/2)である。

【0031】この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図8に示す。

【0032】なお、本実施例では、圧電体薄膜としてのPZT薄膜は、酢酸鉛とジルコニウムブトキシドとチタニウムイソプロポキシドとを所定のモル比で合計濃度20重量%となるように2-メトキシエタノールに溶解したPZT薄膜形成用溶液を用い、スピンコートにより塗布した後400℃で乾燥し、この塗布、乾燥を所定の膜厚になるまで繰り返し、最後に650℃で60分焼成することにより形成した。

【0033】また、導電性膜はスパッタ法により形成した。

【0034】【実施例2】図2のコルピッツ回路に共振子1として1ポート型弾性表面波共振子を組み込んで900MHz帯の電圧制御発振器としたものを実施例2とした。図6(a)は本実施例で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図6(b)は同断面の拡大図である。この1ポート型弾性表面波共振子の圧電基板60は、サファイヤ基板(厚さ500 μ m)61上に厚さ0.2 μ mのバッファ層(BST薄膜)62、厚さ0.85 μ mのPT薄膜63及び厚さ1500ÅのA1電極64よりなり、A1電極(反射電極64A、楕形電極64B)64の間隙Wは2 μ m(弾性表面波の波長 λ の1/2)である。

【0035】この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図9に示す。

【0036】なお、本実施例では、PT薄膜は、酢酸鉛とチタニウムイソプロポキシドとを所定のモル比で合計濃度10重量%となるように2-メトキシエタノールに溶解したPT薄膜形成用溶液を用い、スピンコートにより塗布した後400℃で乾燥し、この塗布、乾燥を所定の膜厚になるまで繰り返し、最後に650℃で60分焼成することにより形成した。

【0037】また、導電性膜はスパッタ法により形成した。

【0038】【実施例3】図2のコルピッツ回路に共振子1として2ポート型弾性表面波共振子を組み込んで900MHz帯の電圧制御発振器としたものを実施例3とした。図7(a)は本実施例で用いた2ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図7(b)は同断面の拡大図である。この2ポート型弾性表面波共振子の圧電基板70は、単結晶ダイヤモンド基板(厚さ300 μ m)71上に厚さ0.2 μ mのバッファ層(BST薄膜)72、厚さ0.8 μ mのPZT薄膜73及び厚さ1500ÅのA1電極74よりなり、A1電極(反射電極74A、楕形電極74B)74の間隙Wは2 μ m(弾性表面波の波長 λ の1/2)である。

【0039】この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図10に示す。

【0040】なお、本実施例では、圧電体薄膜としてのPZT薄膜は、酢酸鉛とジルコニウムブトキシドとチタニウムイソプロポキシドとを所定のモル比で合計濃度20重量%となるように2-メトキシエタノールに溶解したPZT薄膜形成用溶液を用い、スピンコートにより塗布した後400℃で乾燥し、この塗布、乾燥を所定の膜厚になるまで繰り返し、最後に650℃で60分焼成することにより形成した。

【0041】また、導電性膜はスパッタ法により形成した。

【0042】また、実施例においては、いずれも圧電共振子を図2に示すコルピッツ回路に組み込んで特性を調べたが、比較のため、特開昭61-135205号公報に記載される電圧制御発振器(A)及び同公報において従来例として挙げた電圧制御発振器(B)について以下の実施例と同様にして測定した発振周波数の変化を図11に示した。

【0043】以上の結果から、本発明の電圧制御発振器は、従来の圧電基板を用いたものに比べ、非常に広帯域な、制御感度の高いものであることが明らかである。

【0044】

【発明の効果】本発明によると、単結晶基板上に構成されたチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)又はチタン酸鉛(PT)薄膜と、上記圧電薄膜上に構成された導電性膜が構成された圧電共振子を用いた電圧制御発振器は、大きな電気機械結合係数 k 、優れたQ特性を有するチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)又はチタン酸鉛(PT)を用いるため、効果として、非常に広帯域の周波数をカバーするS/N比の優れた電圧制御発振器が提供出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 圧電共振子の電気的等価回路図である。

【図2】 コルピッツ型電圧制御発振器の基本構成図で

ある。

7

【図3】 図2の電圧制御発振器の等価回路図である。

【図4】 広帯域可変にしたコルピッツ型電圧制御発振器の構成図である。

【図5】 図5(a)は、実施例1で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図5(b)は、同断面の拡大図である。

【図6】 図6(a)は、実施例2で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図6(b)は、同断面の拡大図である。

【図7】 図7(a)は、実施例3で用いた2ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図7(b)は、同断面の拡大図である。

【図8】 実施例1の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

8

【図9】 実施例2の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図10】 実施例3の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図11】 比較例に係る電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【符号の説明】

50、60、70 圧電基板

51、61、71 単結晶基板

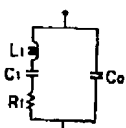
52、62、72 バッファ層

53、73 PZT薄膜

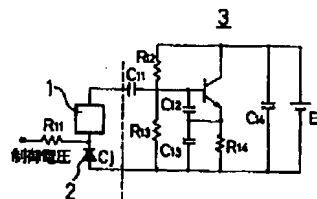
54、64、74 Al電極

63 PT薄膜

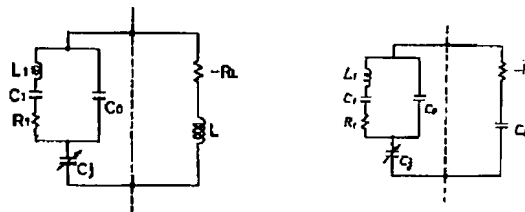
【図1】



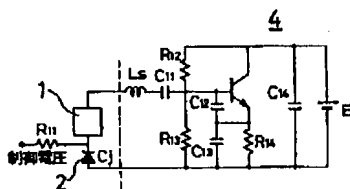
【図2】



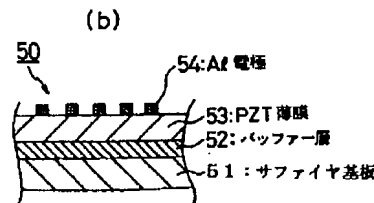
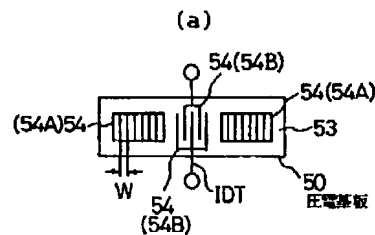
【図3】



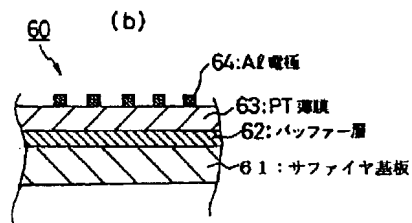
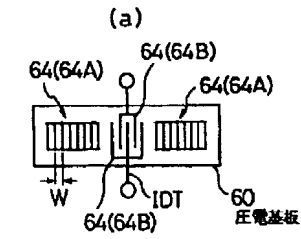
【図4】



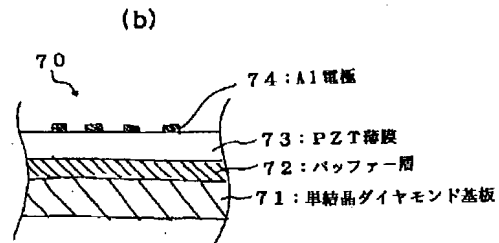
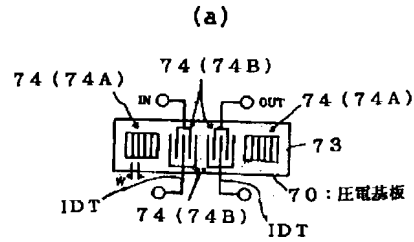
【図5】



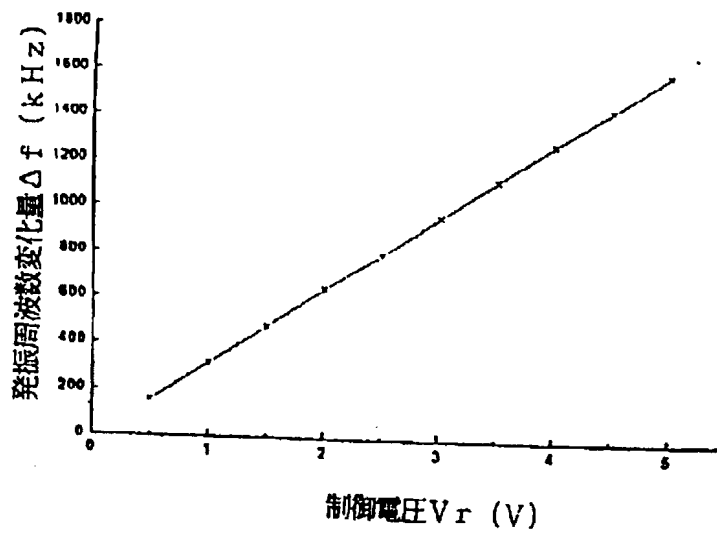
【図6】



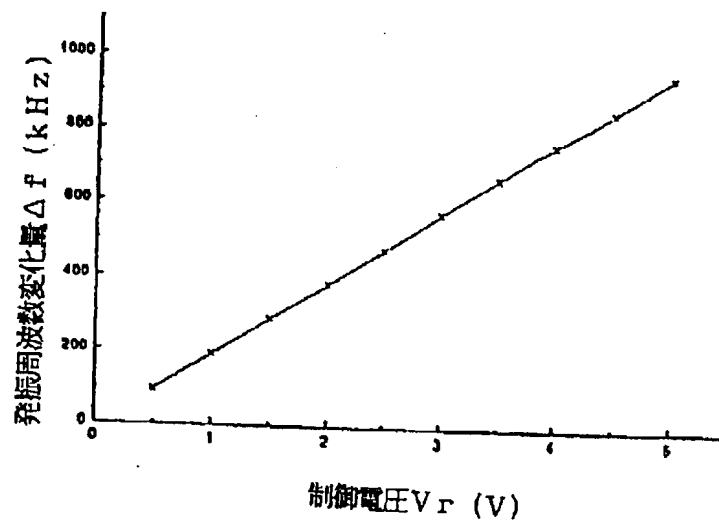
【図7】



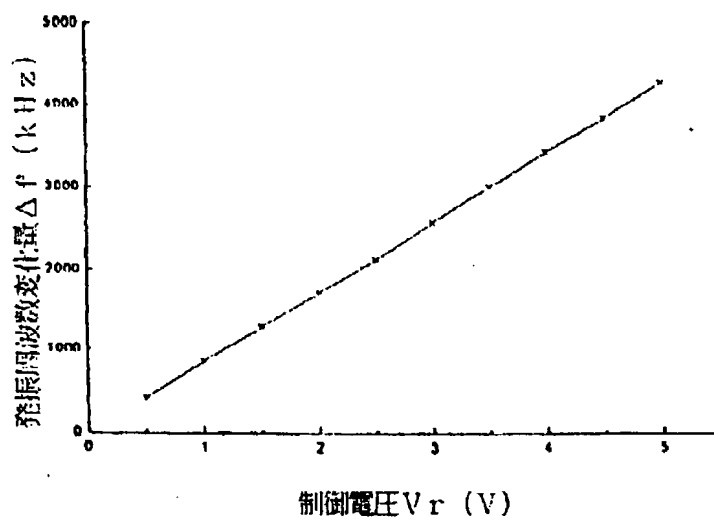
【図8】



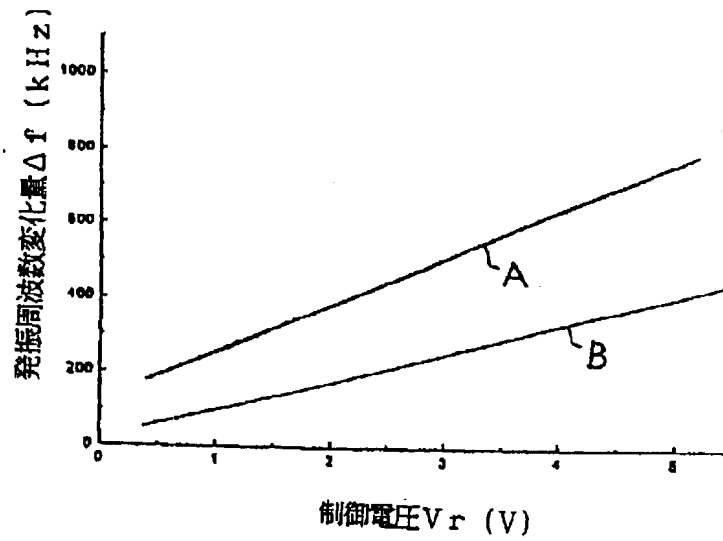
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 正田 和康

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三

菱マテリアル株式会社内